

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2000-350390

(43)Date of publication of application : 15.12.2000

(51)Int.Cl.

H02K 1/16

H02K 1/12

H02K 19/10

(21)Application number : 11-158605

(71)Applicant : DAIKIN IND LTD

(22)Date of filing : 04.06.1999

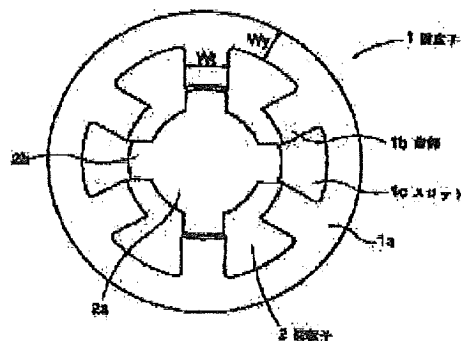
(72)Inventor : NISHIMOTO TAKEAKI
YAMAI HIROYUKI

(54) SWITCHED RELUCTANCE MOTOR

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To increase efficiency, and to decrease noise by specifying the ratio of the width of the tooth part of a stator to back yoke width.

SOLUTION: An SR motor is in a 6-pole type, and six inward tooth parts 1b are formed in one piece at even intervals for a cylindrical back yoke part 1a. Also, the SR motor is equipped with a stator 1 where stator coil winding is wound to a slot part 1c being formed by two blade parts 1b adjacent to the back yoke part 1b, and a rotor 2 where, for example, four outward tooth parts 2b are formed in one piece at even intervals for a columnar body part 2a. Then, when the thickness of the back yoke part 1a (back yoke width) and the width of the tooth part (tooth part) are set to W_y and W_t , respectively, a ratio α ($=W_y/W_t$) of the back yoke width W_y to the tooth width W_t should be set to 0.8 to 1.4, thus minimizing the reduction of slot area and the increase of a copper loss, at the same time, relieving flux concentration, preventing the increase of flux density, and reducing an iron loss.



* NOTICES *

JPO and INPIT are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

- 1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
- 2.*** shows the word which can not be translated.
- 3.In the drawings, any words are not translated.

CLAIMS

[Claim(s)]

[Claim 1]While winding a stator winding around a slot (1c) which provides a tooth part (1b) which projects for inner for every prescribed interval in an inner surface of a stator (1), and is specified inside by a tooth part (1b), It is a switch TORIRAKU wardrobe motor which provides a rotator (2) in an inside of a stator (1), a ratio of the width W_t of a tooth part (1b) of a stator (1), and the width W_y of a back yoke (1a) -- a switch TORIRAKU wardrobe motor setting W_y/W_t as a predetermined value which can attain efficient-izing and low noise-ization.

[Claim 2]a ratio of the width W_t of a tooth part (1b) of a stator (1), and the width W_y of a back yoke (1a) -- the switch TORIRAKU wardrobe motor according to claim 1 which set W_y/W_t to 0.8 or more and 1.4 or less.

[Claim 3]The switch TORIRAKU wardrobe motor according to claim 2 which has set aforementioned ratio W_y/W_t to 0.8 or more and 1.0 or less.

[Claim 4]The switch TORIRAKU wardrobe motor according to claim 2 which has set aforementioned ratio W_y/W_t to 1.0 or more and 1.4 or less.

[Claim 5]While having formed a planate core cut (1e) in an outside surface of a back yoke (1a) corresponding to a tooth part (1b) of a stator (1), The switch TORIRAKU wardrobe motor according to any one of claims 1 to 4 which has formed a flat-surface part (1f) that it should be made to correspond to a base of a tooth part (1b), and reduction of the width W_y of a back yoke (1a) should be compensated.

[Translation done.]

* NOTICES *

JPO and INPIT are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

- 1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
- 2.**** shows the word which can not be translated.
- 3.In the drawings, any words are not translated.

DETAILED DESCRIPTION

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Field of the Invention]Concerning a switch TORIRAKU wardrobe motor (an SR motor is called hereafter) still in detail, this invention relates to a new SR motor compatible in a low noise and a well head.

[0002]

[Description of the Prior Art]An SR motor is a motor which generates torque, when the magnetic flux passing through the magnetic circuit formed as each stator winding by which the concentration volume was carried out to the slot of the stator was magnetized discretely and it was shown in drawing 23 changes.

[0003]Here the magnetic flux ϕ_0 generated in the tooth part (refer to A in drawing 23), since right and left are used in a back yoke part for 2 minutes, if the thickness (width) W_y of the back yoke part shown in drawing 24 is set or more [of the width W_t of a tooth part] to $1/2$, the magnetic flux ϕ_0 generated in the tooth part can be passed smoothly, without carrying out magnetic saturation in a back yoke part namely,.

[0004]If this composition is adopted, a back yoke part is saturated ahead of a tooth part, there is no inconvenience that torque decreases, a slot face product becomes the maximum, reduction of the wirewound resistor value by the increase in the amount of winding can be attained, copper loss is made to the minimum, and efficient-ization of an SR motor can be attained by extension.

[0005]However, when the SR motor was made as an experiment as mentioned above, compared with the conventional motor (an induction motor, a brushless DC motor) of the same output, it turned out that not less than about 10 dB and motor simple substance noise become large. This originates in the motor and drive system of others [SR motor] differing from each other. The relation between the driving waveform of an SR motor and an electromagnetism suction force is shown in drawing 26. An electromagnetism suction force increases in connection with the lap of the salient pole part of a stator and a rotator becoming large, and an electromagnetism suction force serves as the maximum in the place with which the salient pole parts of a stator and a rotator lapped. Modification (ellipse modification) of a diameter direction is caused to a stator by this electromagnetism suction force. Since the place of this ellipse modification changes whenever an excitation phase switches, it is operated repeating concavo-convex movement and a stator generates noise. This is the inconvenience pointed out from the former as a problem peculiar to an SR motor.

[0006]and the method (JP,H9-294359,A.) of performing (1) buffer and reinforcement as a method proposed in order to make this inconvenience cancel Refer to JP,H9-103055,A, JP,H9-103056,A, and JP,H2-119561,A, (2) The method (refer to JP,H9-331663,A) of reducing an electromagnetism suction force, the method (refer to US,5266859,B Description) of putting in (3) skews, and the method (refer to JP,H3-159531,A) of improving (4) rigidity are proposed.

[0007]

[Problem(s) to be Solved by the Invention]Since shock absorbing material and a reinforcing member are needed in adopting the method of the above (1), it not only causes the cost hike accompanying adopting these, but it will cause the increase in the man day for incorporating these.

[0008]In adopting the method of the above (2), there is inconvenience that generating torque will fall with the fall of an electromagnetism suction force.

[0009]Although the electromagnetism suction force committed between the stator and rotator which cause above (3) the ellipse modification to which the noise of an SR motor is made to increase is distributed by a skew, Since it does not contribute to raising the rigidity of a motor at all so that clearly from the torque reduction by distribution of an electromagnetism suction force, and a formula (1), it is thought that the noise in the character frequency of a motor cannot be reduced.

[0010]In adopting the method of the above (4), there is inconvenience that efficiency falls with the increase in back yoke width.

[0011]The method of the above (4) is explained further.

[0012]Generally, noise can be reduced if the rigidity of a motor is raised. This for example, Document "Vibration Modes and Acoustic Noise in a. It is shown by Fore-Phase Switched Reluctance Motor" (IEEE TRANSACTIONS ON INDUSTRY, VOL.32, NOVEMBER/DECEMBER 1996). Specifically, the following formula showing resonance angular frequency ω is shown.

As for Young's modulus and ρ , back yoke width and R of material density and t are $[\omega^2 = (2 \times 1.04452 / 1.625\pi) \times (E/\rho) \times (t^2/R^4)]$, however E] ring radii.

[0013]As shown in an upper type, in order to improve rigidity, without changing a motor outer diameter, it is needed to make back yoke width increase. However, if back yoke width is made to only increase as shown in drawing 27, a slot face product will decrease, the amount of winding wearing will decrease, a wirewound resistor value will increase (it is an invitation about the increase in copper loss), and motor efficiency will be reduced by extension.

[0014]Since the thickness of the radial direction in the field of a height increases as one of the effects by JP,H3-159531,A providing a triangular projection between slots, can raise rigidity, and can fall noise, but. Since a slot face product decreases as shown in drawing 28, and copper loss increases, decline in efficiency is unavoidable.

[0015]For a noise reduction, Said document "Vibration Modes. and Acoustic Noise in. a Based on the idea of Fore-Phase Switched Reluctance Motor" (IEEE TRANSACTIONS ON INDUSTRY, VOL.32, NOVEMBER/DECEMBER 1996), as shown in drawing 25, When the thickness W_y of the yoke part was set up become twice the width W_t of a tooth part and the SR motor was made as an experiment, the noise was able to carry out about 10 dBA reduction, but by having expanded back yoke width, the slot face product became small, copper loss increased, and efficiency has fallen.

[0016]Like each above conventional method, it seemed that the coexistence with reduction of noise and efficient-izing is impossible.

[0017]

[Objects of the Invention]This invention is made in view of the above-mentioned problem, and it aims at providing the SR motor which can reconcile reduction of noise, and efficient-ization.

[0018]

[Means for Solving the Problem]While an SR motor of Claim 1 is winding a stator winding around a slot which provides a tooth part which projects for inner for every prescribed interval in an inner surface of a stator, and is specified inside by a tooth part, inside a stator, it is what provides a rotator which has a tooth part which projects outward for every prescribed interval in an outside surface of a rotator -- a ratio of the width W_t of a tooth part of a stator, and the back yoke width W_y -- W_y/W_t is set as a predetermined value which can attain efficient-izing and low noise-ization.

[0019]an SR motor of Claim 2 -- a ratio of the width W_t of a tooth part of a stator, and the back yoke width W_y -- W_y/W_t is set to 0.8 or more and 1.4 or less.

[0020]An SR motor of Claim 3 sets aforementioned ratio W_y/W_t to 0.8 or more and 1.0 or less.

[0021]An SR motor of Claim 4 sets aforementioned ratio W_y/W_t to 1.0 or more and 1.4 or less.

[0022]An SR motor of Claim 5 is made to correspond to a base of a tooth part, and forms a flat-surface part that reduction of the width W_y of a back yoke should be compensated while it has formed a planate core cut in an outside surface of a back yoke corresponding to a tooth part of a stator.

[0023]

[Function]If it is an SR motor of Claim 1, while winding the stator winding around the slot which provides the tooth part which projects for inner for every prescribed interval in the inner surface of a stator, and is specified inside by a tooth part, It is what provides the rotator which has a tooth part which projects outward for every prescribed interval in the outside surface of a

rotator in the inside of a stator, the ratio of the width W_t of the tooth part of a stator, and the back yoke width W_y -- since W_y/W_t was set as the predetermined value which can attain efficient-izing and low noise-ization, reduction of noise and efficient-ization can be reconciled. [0024]the SR motor of Claim 2 -- the ratio of the width W_t of the tooth part of a stator, and the back yoke width W_y -- since W_y/W_t was set to 0.8 or more and 1.4 or less, reduction of noise and efficient-ization can be reconciled.

[0025]Furthermore, it explains.

[0026]the ratio of the width W_t of the tooth part of a stator, and the back yoke width W_y -- the relation between $\alpha=W_y/W_t$ and the electrical loss (= iron loss + copper loss) of an SR motor is given as shown in drawing 20, and this relation shows -- as -- a ratio -- in order that a slot face product may decrease with the increase in α -- copper loss -- a ratio -- it increases with the increase in α . on the other hand -- iron loss -- a ratio -- until α is set to 1.4 -- a ratio -- although it decreases in monotone with the increase in α -- a ratio -- even if α exceeds 1.4, iron loss does not decrease any more. this -- a ratio -- drawing 21 in which change of the magnetic flux density accompanying change of α is shown shows -- as -- a ratio -- if α becomes 1.4 or more, change of the magnetic flux density of a back yoke part will become loose, and it seems that it is because iron loss is generally proportional to the square of magnetic flux density.

[0027]drawing 20 shows -- as -- a ratio -- the electrical loss of an SR motor has small α in 0.4 or more and 1.4 -- further -- a ratio -- when α is around one, the electrical loss of an SR motor serves as the minimal value.

[0028]a ratio -- drawing 22 in which change of the noise of the SR motor accompanying change of α is shown shows -- as -- a ratio, although the noise reduction effect of 7 or more dBA can be acquired by making α or more into 0.8, a ratio -- since a slot face product decreases in the electrical loss of a motor so that α may be understood from drawing 20 in spite of there being few noise reduction effects also as 1.4 or more (about 2-3 dBA), and copper loss increases, a loss will increase.

[0029]therefore, a ratio -- a low noise and efficient-ization can be reconciled by setting α to 0.8 or more and 1.4 or less as mentioned above.

[0030]Since aforementioned ratio W_y/W_t was set to 0.8 or more and 1.0 or less when it was an SR motor of Claim 3, can attain low copper loss-ization and in this case, Since it is not necessary to use what can reduce generation of heat by a stator winding, and is borne to high temperature as an insulating material of an SR motor by extension, a cheap insulating material can be used.

[0031]If it is an SR motor of Claim 4, since aforementioned ratio W_y/W_t was set to 1.0 or more and 1.4 or less, low-core-loss-ization can be attained and the magnetic steel sheet which consists of a cheap steel plate material in this case can be adopted.

[0032]If it is an SR motor of Claim 5, while having formed the planate core cut in the outside surface of the back yoke corresponding to the tooth part of a stator, It is made to correspond to the base of a tooth part, and that reduction of the width W_y of a back yoke should be compensated, since the flat-surface part was formed, reduction of material cost and improvement in handability can be attained, and also the same operation as any of Claim 4 they are can be attained from Claim 1.

[0033]

[Embodiment of the Invention]Hereafter, with reference to an accompanying drawing, the mode of operation of the SR motor of this invention is explained in detail.

[0034]Drawing 1 is a sectional view of the SR motor of this invention showing composition [like] roughly 1 operative condition.

[0035]This SR motor is a 6 pole type thing.

Really form the six tooth parts 1b for inner in regular intervals to the cylindrical back yoke part 1a, and while, With the stator 1 which winds a stator winding (not shown) around the slot part 1c formed by the two tooth parts 1b which adjoin the back yoke part 1a, it has the rotator 2 which really forms four outward tooth part 2bs at equal intervals to the cylindrical body part 2a.

[0036]However, it is possible to adopt 12 pole type composition, as shown in drawing 2, to adopt 8 pole type composition, as shown in drawing 3, etc.

[0037]and the case where width (face width) of W_y and a tooth part is set to W_t for the

thickness (back yoke width) of the back yoke part 1a -- the ratio of the back yoke width W_y and the face width W_t -- $\alpha (= W_y/W_t)$ is set to 0.8 or more and 1.4 or less.

[0038]If this composition is adopted, reduction of a slot face product can be made into the minimum, and the increase in copper loss can be made into necessary minimum. Simultaneously, magnetic flux concentration is eased, the rise of magnetic flux density can be prevented, iron loss can be reduced, and electrical loss of a motor is not made to increase. Noise can be reduced by 7 or more dBA so that drawing 22 may show. Therefore, low-noise-izing and efficient-ization can be reconciled, without [without it uses shock absorbing material and the reinforcing member leading to a cost hike, and] reducing torque.

[0039]Since low copper loss-ization can be attained if the aforementioned ratio α is especially set to 0.8 or more and 1.0 or less and it is not necessary to use what generation of heat by a stator winding can be small made, and is borne to high temperature as an insulating material by extension, a cheap insulating material can be used. On the contrary, since low-core-loss-ization can be attained if the aforementioned ratio α is set to 1.0 or more and 1.4 or less, the magnetic steel sheet which consists of a cheap steel plate material is employable.

[0040]Also in each following embodiment, the aforementioned ratio α is set to 0.8 or more and 1.4 or less. The above-mentioned knowledge can be concerned with a different dental number and outline shape, and can be applied that there is nothing. Although various embodiments are shown below, in any case, the aforementioned ratio α is set up 0.8 or more and 1.4 or less.

[0041]Drawing 4 is a sectional view showing roughly the composition of other embodiments of the SR motor of this invention. The rotator has omitted the graphic display.

[0042]The point that this SR motor differs from the SR motor of drawing 1 is only a point which made the rectangle the outside of the back yoke part 1a.

[0043]In this embodiment, although the thickness of the back yoke part 1a changes with places, the smallest thickness is adopted as the back yoke width W_y . 1 d of breakthroughs are formed in four corners of the back yoke part 1a.

[0044]It is possible also in the case of this embodiment, to adopt 12 pole type composition, as shown in drawing 5, to adopt 8 pole type composition, as shown in drawing 6, etc.

[0045]Drawing 7 is a sectional view expanding and showing the important section of the embodiment of further others of the SR motor of this invention.

[0046]While this SR motor has performed the planate core cut 1e to the outside surface of the back yoke part 1a corresponding to the tooth part 1b, 1 f of flat-surface parts (planate diagonal form) are formed instead of forming a hollow (R section) that reduction of the back yoke width by core cut should be compensated, as it is made to correspond to the base of the tooth part 1b and a slash shows in drawing 7. It is made equal to the back yoke width [in / for distance W_y' of this flat-surface part 1f and the core cut part 1e / a non-core cut part] W_y .

[0047]If this composition is adopted, reduction of material cost and improvement in handlability can be attained by forming a core cut, and also it is compatible in low-noise-izing and efficient-ization.

[0048]Furthermore, it explains.

[0049]As shown in drawing 8, when a planate core cut is performed in the conventional SR motor, distance W_{y1} between the hollow (R section) and core cut part in the base of a tooth part is smaller than the back yoke width W_y in a non-core cut part.

[0050]And since back yoke width is set to W_y [not W_y but]1, magnetic flux is regulated between a hollow and a core cut part, and concentration of magnetic flux produces it. As a result, iron loss increases and motor efficiency falls. Since the thickness of the back yoke part is thin between the hollow and the core cut part, rigidity becomes weak and noise and vibration increase.

[0051]In order to cancel the above-mentioned inconvenience, as shown in drawing 9, can consider making the thickness of the back yoke part 1a increase inside so that the distance between core cut parts may serve as W_y , but. In this case, since a slot face product decreases (the percentage reduction of a slot face product is about 22%), copper loss will increase and motor efficiency will fall.

[0052]On the other hand, if the composition of drawing 7 is adopted, since the percentage reduction of a slot face product is about 7%, reduction of a slot face product can be made into the minimum, and the increase in copper loss can be controlled. Since magnetic flux

concentration is eased and the rise of magnetic flux density is prevented, iron loss can also be reduced. As a result, if the increase in copper loss and reduction of iron loss are synthesized and evaluated, the decline in motor efficiency will not be accepted as compared with the case where there is no core cut.

[0053] Since it has a tooth part and a right-angled relation, and the slot bottom section is a straight line, the diagonal form shown in drawing 7 tends to carry out normal winding of a stator winding, and its lamination factor improves and it can enlarge the amount of winding wearing, it can be contributed to reduction in resistance, and reduction of copper loss.

[0054] Drawing 10 is a sectional view expanding and showing the important section of the embodiment of further others of the SR motor of this invention.

[0055] By making into the flat surface sloping for inner the prescribed range which follows the mere tooth part 1b instead of plane shape in the diagonal form of 1 f, this SR motor breaks as a whole, and is made into face shape while it has formed 1 g of semicircular pillar-like hollows in the center section of the planate core cut part 1e. As for this sloping flat surface, inclination is set up so that distance Wy'' with 1 g of semicircular pillar-like hollows may become equal to distance Wy' with a non-inclination plane among a planate core cut part and diagonal form.

[0056] Therefore, also when this embodiment is adopted, while being able to make reduction of a slot face product into the minimum and being able to control the increase in copper loss, iron loss can also be reduced by easing magnetic flux concentration and preventing the rise of magnetic flux density. As a result, reduction of material cost and improvement in handlability can be attained by forming a core cut, and also it is compatible in low-noise-izing and efficient-ization.

[0057] Drawing 11 is a sectional view expanding and showing the important section of the embodiment of further others of the SR motor of this invention.

[0058] By making into the flat surface sloping for inner the prescribed range which follows the mere tooth part 1b instead of plane shape in the diagonal form of 1 f, this SR motor breaks as a whole, and is made into face shape while it has formed 1 h of hollows of trianglepole shape in the center section of the planate core cut part 1e. As for this sloping flat surface, inclination is set up so that distance Wy'' with 1 h of hollows of trianglepole shape may become equal to distance Wy' with a non-inclination plane in the planate core cut part 1e and 1 f of diagonal form.

[0059] Therefore, also when this embodiment is adopted, while being able to make reduction of a slot face product into the minimum and being able to control the increase in copper loss, iron loss can also be reduced by easing magnetic flux concentration and preventing the rise of magnetic flux density. As a result, reduction of material cost and improvement in handlability can be attained by forming a core cut, and also it is compatible in low-noise-izing and efficient-ization.

[0060] Drawing 12 is a sectional view expanding and showing the important section of the embodiment of further others of the SR motor of this invention.

[0061] By making into the flat surface sloping for inner the prescribed range which follows the mere tooth part 1b instead of plane shape in the diagonal form of 1 f, this SR motor breaks as a whole, and is made into face shape while it makes the center section of the planate core cut part 1e correspond and has formed the breakthrough 1i. As for this sloping flat surface, inclination is set up so that distance Wy'' with the breakthrough 1i may become equal to distance Wy' with a non-inclination plane in the planate core cut part 1e and 1 f of diagonal form.

[0062] Therefore, also when this embodiment is adopted, while being able to make reduction of a slot face product into the minimum and being able to control the increase in copper loss, iron loss can also be reduced by easing magnetic flux concentration and preventing the rise of magnetic flux density. As a result, reduction of material cost and improvement in handlability can be attained by forming a core cut, and also it is compatible in low-noise-izing and efficient-ization.

[0063] Drawing 13 is a sectional view expanding and showing the important section of the embodiment of further others of the SR motor of this invention.

[0064] This SR motor is replaced with diagonal form, and is made into the R shape 1j of the large curvature radius on the basis of the prescribed position close to the protrusion tip part of the tooth part 1b while it has formed the planate core cut part 1e. The curvature radius and said starting point are set up so that this R shape may become equal to the back yoke width [in / in distance Wy' with the core cut part 1e / a non-core cut part] Wy.

[0065]Therefore, also when this embodiment is adopted, while being able to make reduction of a slot face product into the minimum and being able to control the increase in copper loss, iron loss can also be reduced by easing magnetic flux concentration and preventing the rise of magnetic flux density. However, since a slot face product becomes small rather than the case where the diagonal form shown in drawing 7 is adopted, copper loss increases from the case where the embodiment of drawing 7 is adopted. However, since a back yoke spreads equivalent, a noise reduction effect improves. That is, when making degradation into the minimum by the motor of rigid serious consideration, it can adopt.

[0066]Drawing 14 is a sectional view expanding and showing the important section of the embodiment of further others of the SR motor of this invention.

[0067]This SR motor has made diagonal form of 1 f mere plane shape while having formed the planate core cut part 1e in the prescribed range which follows the portion which carries out a right opposite to the tooth part 1b. This diagonal form of 1 f is set up so that distance Wy' with the core cut part 1e may become equal to the back yoke width Wy in a non-core cut part.

[0068]Therefore, also when this embodiment is adopted, while being able to make reduction of a slot face product into the minimum and being able to control the increase in copper loss, iron loss can also be reduced by easing magnetic flux concentration and preventing the rise of magnetic flux density. As a result, reservation of an oil return passage and improvement in handability can be attained by forming a core cut, and also it is compatible in low-noise-izing and efficient-ization.

[0069]Drawing 15 is a sectional view expanding and showing the important section of the embodiment of further others of the SR motor of this invention.

[0070]The point that this SR motor differs from the SR motor of drawing 7 is only a point of having omitted the core cut.

[0071]Therefore, since the thickness of the back yoke part 1a becomes larger than the back yoke width corresponding to a non-diagonal form part in the portion corresponding to the diagonal form part 1f when this embodiment is adopted, rigidity can be improved. However, since a slot face product decreases in connection with forming the diagonal form part 1f, some motor efficiency falls. If it puts in another way, it can apply, when making degradation into the minimum in the SR motor of rigid serious consideration.

[0072]Drawing 16 is a sectional view expanding and showing the important section of the embodiment of further others of the SR motor of this invention.

[0073]The point that this SR motor differs from the SR motor of drawing 10 is only a point which adopted the shape which consists only of a flat surface sloping for inner as the point which omitted the core cut and formed 1 g of semicircular pillar-shaped hollows, and diagonal form of 1f.

[0074]Therefore, also when this embodiment is adopted, while being able to make reduction of a slot face product into the minimum and being able to control the increase in copper loss, iron loss can also be reduced by easing magnetic flux concentration and preventing the rise of magnetic flux density. However, since a slot face product becomes small rather than the case where the diagonal form shown in drawing 7 is adopted, copper loss increases from the case where the embodiment of drawing 7 is adopted. However, since a back yoke spreads equivalent, a noise reduction effect improves. That is, when making degradation into the minimum by the motor of rigid serious consideration, it can adopt.

[0075]Drawing 17 is a sectional view expanding and showing the important section of the embodiment of further others of the SR motor of this invention.

[0076]The point that this SR motor differs from the SR motor of drawing 11 is only a point which adopted the shape which consists only of a flat surface sloping for inner as the point which omitted the core cut and formed 1 h of hollows of triangular shape, and diagonal form of 1f.

[0077]Therefore, also when this embodiment is adopted, while being able to make reduction of a slot face product into the minimum and being able to control the increase in copper loss, iron loss can also be reduced by easing magnetic flux concentration and preventing the rise of magnetic flux density. However, since a slot face product becomes small rather than the case where the diagonal form shown in drawing 7 is adopted, copper loss increases from the case where the embodiment of drawing 7 is adopted. However, since a back yoke spreads equivalent, a noise reduction effect improves. That is, when making degradation into the minimum by the motor of rigid serious consideration, it can adopt.

[0078]Drawing 18 is a sectional view expanding and showing the important section of the embodiment of further others of the SR motor of this invention.

[0079]The point that this SR motor differs from the SR motor of drawing 12 is only a point which adopted the shape which consists only of a flat surface sloping for inner as the point which omitted the core cut and formed only the breakthrough 1i, and diagonal form of 1f.

[0080]Therefore, also when this embodiment is adopted, while being able to make reduction of a slot face product into the minimum and being able to control the increase in copper loss, iron loss can also be reduced by easing magnetic flux concentration and preventing the rise of magnetic flux density. As a result, immobilization of the stator by the bolt or a pin can be directly attained by forming a breakthrough, and also it is compatible in low-noise-izing and efficient-ization.

[0081]Drawing 19 is a sectional view expanding and showing the important section of the embodiment of further others of the SR motor of this invention.

[0082]The point that this SR motor differs from the SR motor of drawing 4 is only a point in which the hollow 1k of many rectangles was formed on the outside surface of the back yoke part 1a.

[0083]Therefore, when this embodiment is adopted, improvement in heat dissipation nature and handlability can be attained, and also it is compatible in low-noise-izing and efficient-ization.

[0084]

[Effect of the Invention]The invention of Claim 1 does so the characteristic effect that reduction of noise and efficient-ization can be reconciled.

[0085]The invention of Claim 2 does so the characteristic effect that reduction of noise and efficient-ization can be reconciled.

[0086]since the invention of Claim 3 does not need to use what in addition to the effect of Claim 2 can attain low copper loss-ization, can reduce generation of heat by a stator winding, and is borne to high temperature as an insulating material of an SR motor by extension, it does so the characteristic effect that a cheap insulating material can be used.

[0087]In addition to the effect of Claim 2, the invention of Claim 4 attains low-core-loss-ization and does so the characteristic effect that the magnetic steel sheet which consists of a cheap steel plate material is employable.

[0088]The invention of Claim 5 can attain reduction of material cost, and improvement in handlability, and also does so the same effect as any of Claim 4 they are from Claim 1.

[Translation done.]

* NOTICES *

JPO and INPIT are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

- 1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
- 2.*** shows the word which can not be translated.
- 3.In the drawings, any words are not translated.

DESCRIPTION OF DRAWINGS

[Brief Description of the Drawings]

[Drawing 1]It is a sectional view of the SR motor of this invention showing composition [like] roughly 1 operative condition.

[Drawing 2]It is a sectional view showing a modification roughly.

[Drawing 3]It is a sectional view showing other modifications roughly.

[Drawing 4]It is a sectional view showing roughly the composition of other embodiments of the SR motor of this invention.

[Drawing 5]It is a sectional view showing a modification roughly.

[Drawing 6]It is a sectional view showing other modifications roughly.

[Drawing 7]It is a sectional view showing roughly the important section of the embodiment of further others of the SR motor of this invention.

[Drawing 8]It is a sectional view showing roughly the composition to which the conventional SR motor corresponds.

[Drawing 9]It is a sectional view showing the developed type of the SR motor of drawing 8 roughly.

[Drawing 10]It is a sectional view showing roughly the important section of the embodiment of further others of the SR motor of this invention.

[Drawing 11]It is a sectional view showing roughly the important section of the embodiment of further others of the SR motor of this invention.

[Drawing 12]It is a sectional view showing roughly the important section of the embodiment of further others of the SR motor of this invention.

[Drawing 13]It is a sectional view showing roughly the important section of the embodiment of further others of the SR motor of this invention.

[Drawing 14]It is a sectional view showing roughly the important section of the embodiment of further others of the SR motor of this invention.

[Drawing 15]It is a sectional view showing roughly the important section of the embodiment of further others of the SR motor of this invention.

[Drawing 16]It is a sectional view showing roughly the important section of the embodiment of further others of the SR motor of this invention.

[Drawing 17]It is a sectional view showing roughly the important section of the embodiment of further others of the SR motor of this invention.

[Drawing 18]It is a sectional view showing roughly the important section of the embodiment of further others of the SR motor of this invention.

[Drawing 19]It is a sectional view showing roughly the important section of the embodiment of further others of the SR motor of this invention.

[Drawing 20]It is a figure explaining change of the electrical loss of the SR motor accompanying change which is the ratio α .

[Drawing 21]It is a figure explaining change of the magnetic flux density of the back yoke part accompanying change which is the ratio α .

[Drawing 22]It is a figure explaining change of the noise accompanying change which is the ratio α .

[Drawing 23]It is a schematic diagram explaining the principle of operation of an SR motor.

[Drawing 24]It is a sectional view showing an example of the composition of the conventional SR motor roughly.

[Drawing 25] It is a sectional view showing other examples of the composition of the conventional SR motor roughly.

[Drawing 26] It is a figure showing the relation between the driving waveform of an SR motor, and an electromagnetism suction force, and ellipse modification of a stator.

[Drawing 27] It is a figure explaining reduction of the slot face product accompanying making the width of a back yoke increase.

[Drawing 28] It is a figure explaining reduction of the slot face product accompanying providing a triangular projection between slots.

[Description of Notations]

1 Stator 1b tooth part

1c Slot 1e Core cut

1 f Flat-surface part 2 rotator

[Translation done.]

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2000-350390

(P2000-350390A)

(43) 公開日 平成12年12月15日 (2000. 12. 15)

(51) Int.Cl.⁷

識別記号

F I

テ-マ-コ-ト* (参考)

H 0 2 K 1/16

H 0 2 K 1/16

C 5 H 0 0 2

1/12

1/12

A 5 H 6 1 9

19/10

19/10

A

審査請求 未請求 請求項の数 5 O L (全 11 頁)

(21) 出願番号 特願平11-158605

(22) 出願日 平成11年6月4日 (1999. 6. 4)

(71) 出願人 000002853

ダイキン工業株式会社

大阪府大阪市北区中崎西2丁目4番12号

梅田センタービル

(72) 発明者 西本 武明

滋賀県草津市岡本町字大谷1000番地の2

ダイキン工業株式会社滋賀製作所内

(72) 発明者 山井 広之

滋賀県草津市岡本町字大谷1000番地の2

ダイキン工業株式会社滋賀製作所内

(74) 代理人 100087804

弁理士 津川 友士

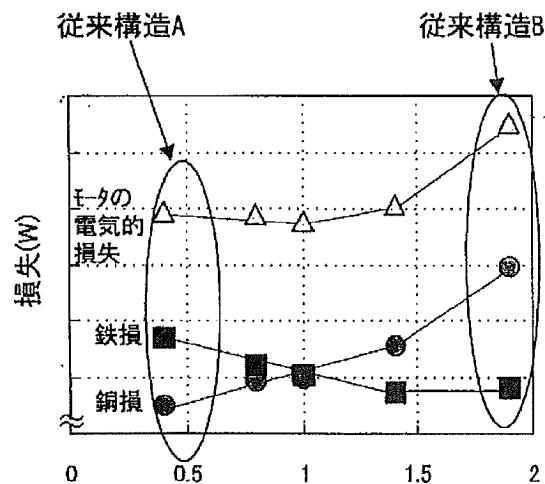
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 スイッチトリラクタンスモータ

(57) 【要約】

【課題】 騒音の低減と高効率化とを両立させる。

【解決手段】 バックヨーク幅 W_y と歯幅 W_t との比 α ($=W_y/W_t$) を、0.8以上、かつ1.4以下に設定する。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 固定子(1)の内面に所定間隔ごとに内向きに突出する歯部(1b)を設け、歯部(1b)により規定されるスロット(1c)に固定子巻線を巻回しているとともに、固定子(1)の内部に回転子(2)を設けてなるスイッチトリラクタンスモータであって、固定子(1)の歯部(1b)の幅 W_t とバックヨーク(1a)の幅 W_y との比 W_y/W_t を高効率化と低騒音化とを達成できる所定値に設定したことを特徴とするスイッチトリラクタンスモータ。

【請求項2】 固定子(1)の歯部(1b)の幅 W_t とバックヨーク(1a)の幅 W_y との比 W_y/W_t を0.8以上、かつ1.4以下に設定した請求項1に記載のスイッチトリラクタンスモータ。

【請求項3】 前記比 W_y/W_t を0.8以上、かつ1.0以下に設定してある請求項2に記載のスイッチトリラクタンスモータ。

【請求項4】 前記比 W_y/W_t を1.0以上、かつ1.4以下に設定してある請求項2に記載のスイッチトリラクタンスモータ。

【請求項5】 固定子(1)の歯部(1b)に対応するバックヨーク(1a)の外面に平面状のコアカット(1e)を形成してあるとともに、歯部(1b)の基部に対応させて、バックヨーク(1a)の幅 W_y の減少を補償すべく、平面部(1f)を形成してある請求項1から請求項4の何れかに記載のスイッチトリラクタンスモータ。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】この発明はスイッチトリラクタンスモータ(以下、SRモータと称する)に関し、さらに詳細に言えば、低騒音と高効率とを両立することができる新規なSRモータに関する。

【0002】

【従来の技術】SRモータは、固定子のスロットに集中巻きされた各固定子巻線を離散的に励磁し、図23に示すように形成された磁気回路を通る磁束が変化することによりトルクを発生するモータである。

【0003】ここで、歯部(図23中A参照)で発生した磁束 ϕ_0 は、バックヨーク部で左右に2分されるため、図24に示すバックヨーク部の厚み(幅) W_y を歯部の幅 W_t の1/2以上に設定すれば、歯部で発生した磁束 ϕ_0 を円滑に(すなわち、バックヨーク部で磁気飽和することなく)流すことができる。

【0004】この構成を採用すれば、歯部よりも先にバックヨーク部が飽和し、トルクが減少するという不都合がなく、スロット面積が最大になり、巻線量の増加による巻線抵抗値の低減を達成でき、銅損を最小にでき、ひいてはSRモータの高効率化を達成することができる。

【0005】しかし、上記のようにしてSRモータを試

作したところ、同一出力の従来モータ(誘導モータ、ブラシレスDCモータ)に比べ、約10dB以上、モータ単体騒音が大きくなることが分かった。これは、SRモータが他のモータと駆動方式が異なることに起因する。SRモータの駆動波形と電磁吸引力との関係を図26に示す。固定子と回転子の突極部の重なりが大きくなることに伴って電磁吸引力が増大し、固定子と回転子の突極部どうしが重なったところで電磁吸引力が最大となる。この電磁吸引力により、固定子に径方向の変形(楕円変形)が引き起こされる。この楕円変形の場合は、励磁相が切り換わる毎に変化するので、固定子は凹凸運動を繰り返しながら運転され、騒音を発生する。これが、SRモータ固有の問題点として従来から指摘されていた不都合である。

【0006】そして、この不都合を解消させるべく提案されている方法として、(1)緩衝や補強を行う方法(特開平9-294359号公報、特開平9-103055号公報、特開平9-103056号公報、特開平2-119561号公報参照)、(2)電磁吸引力を低減する方法(特開平9-331663号公報参照)、(3)スキューを入れる方法(米国特許第5266859号明細書参照)、(4)剛性を高める方法(特開平3-159531号公報参照)が提案されている。

【0007】

【発明が解決しようとする課題】前記(1)の方法を採用する場合には、緩衝材、補強材が必要になるので、これらを採用することに伴うコストアップを招くだけでなく、これらを組み込むための工数の増加を招いてしまう。

【0008】前記(2)の方法を採用する場合には、電磁吸引力の低下に伴って発生トルクが低下してしまうという不都合がある。

【0009】前記(3)では、SRモータの騒音を増加させる楕円変形を引き起こす固定子と回転子との間に働く電磁吸引力をスキューにより分散させるものであるが、電磁吸引力の分散によるトルク低下、および式(1)から明らかなように、モータの剛性を上げることには何ら寄与しないことから、モータの固有振動数での騒音は低減できないと考えられる。

【0010】前記(4)の方法を採用する場合には、バックヨーク幅の増加に伴って効率が低下するという不都合がある。

【0011】前記(4)の方法についてさらに説明する。

【0012】一般的に、モータの剛性を上げれば騒音を低減できる。このことは、例えば、文献"Vibration Modes and Acoustic Noise in a Fore-Phase Switched Reluctance Motor"(IEEE TRANSACTIONS ON INDUSTR

Y, VOL. 32, NOVEMBER/DECEMBER 1996)で示されている。具体的には、共振角振動数 ω を示す次式が示されている。 $\omega^2 = (2 \times 1.04452 / 1.625\pi) \times (E/\rho) \times (t^2/R^4)$ ただし、Eはヤング率、 ρ は材料密度、tはバックヨーク幅、Rはリング半径である。

【0013】上式から分かるように、モータ外径を変化させることなく剛性を高めるためには、バックヨーク幅を増加させることが必要になる。しかし、図27に示すように単にバックヨーク幅を増加させるとスロット面積が減少し、巻線装着量が減少し、巻線抵抗値が増加し（銅損の増加を招き）、ひいてはモータ効率を低下させてしまう。

【0014】なお、特開平3-159531号公報は、スロット間に三角突起を設けることによる効果の1つとして、突起部の領域における半径方向の厚さが増加するため、剛性を上げることができ、騒音が低下できるが、図28に示すようにスロット面積が減少し、銅損が増加するため、効率の低下をさけることができない。

【0015】騒音低減のため、前記文献“Vibration Modes and Acoustic Noise in a Fore-Phase Switched Reluctance Motor” (IEEE TRANSACTIONS ON INDUSTRY, VOL. 32, NOVEMBER/DECEMBER 1996)の考えに基づき、図25に示すように、ヨーク部の厚み W_y を歯部の幅 W_t の2倍になるように設定してSRモータを試作したところ、騒音は約10 dBA低減できたが、バックヨーク幅を広げたことによりスロット面積が小さくなり、銅損が増加し、効率が低下してしまった。

【0016】以上の各従来方法のように、騒音の低減と高効率化との両立は不可能と思われていた。

【0017】

【発明の目的】この発明は上記の問題点を鑑みてなされたものであり、騒音の低減と高効率化とを両立させることができるSRモータを提供することを目的としている。

【0018】

【課題を解決するための手段】請求項1のSRモータは、固定子の内面に所定間隔ごとに内向きに突出する歯部を設け、歯部により規定されるスロットに固定子巻線を巻回しているとともに、固定子の内部には、回転子の外面に所定間隔毎に外向きに突出する歯部を持つ回転子を設けてなるものであって、固定子の歯部の幅 W_t とバックヨーク幅 W_y との比 W_y/W_t を高効率化と低騒音化とを達成できる所定値に設定したものである。

【0019】請求項2のSRモータは、固定子の歯部の幅 W_t とバックヨーク幅 W_y との比 W_y/W_t を0.8以上、かつ1.4以下に設定したものである。

【0020】請求項3のSRモータは、前記比 W_y/W_t を0.8以上、かつ1.0以下に設定したものである。

【0021】請求項4のSRモータは、前記比 W_y/W_t を1.0以上、かつ1.4以下に設定したものである。

【0022】請求項5のSRモータは、固定子の歯部に対応するバックヨークの外面に平面状のコアカットを形成してあるとともに、歯部の基部に対応させて、バックヨークの幅 W_y の減少を補償すべく、平面部を形成したものである。

【0023】

【作用】請求項1のSRモータであれば、固定子の内面に所定間隔ごとに内向きに突出する歯部を設け、歯部により規定されるスロットに固定子巻線を巻回しているとともに、固定子の内部には、回転子の外面に所定間隔毎に外向きに突出する歯部を持つ回転子を設けてなるものであって、固定子の歯部の幅 W_t とバックヨーク幅 W_y との比 W_y/W_t を高効率化と低騒音化とを達成できる所定値に設定したのであるから、騒音の低減と高効率化とを両立させることができる。

【0024】請求項2のSRモータは、固定子の歯部の幅 W_t とバックヨーク幅 W_y との比 W_y/W_t を0.8以上、かつ1.4以下に設定したのであるから、騒音の低減と高効率化とを両立させることができる。

【0025】さらに説明する。

【0026】固定子の歯部の幅 W_t とバックヨーク幅 W_y との比 $\alpha = W_y/W_t$ とSRモータの電氣的損失（＝鉄損＋銅損）との関係は、図20に示すように与えられる。そして、この関係から分かるように、比 α の増加に伴ってスロット面積が減少するため、銅損は比 α の増加に伴って増加する。一方、鉄損は、比 α が1.4になるまでは比 α の増加に伴って単調に減少するが、比 α が1.4を越えても鉄損はそれ以上は減少しない。これは、比 α の変化に伴う磁束密度の変化を示す図21から分かるように、比 α が1.4以上になるとバックヨーク部の磁束密度の変化が緩やかになり、鉄損が一般に磁束密度の二乗に比例することによるものと思われる。

【0027】また、図20から分かるように、比 α が0.4以上、かつ1.4の範囲でSRモータの電氣的損失が小さく、さらに、比 α が1前後である場合にSRモータの電氣的損失が極小値となる。

【0028】さらに、比 α の変化に伴うSRモータの騒音の変化を示す図22から分かるように、比 α を0.8以上とすることにより、7 dBA以上の騒音低減効果を得ることができるが、比 α を1.4以上としても騒音低減効果が少ない（2～3 dBA程度）にもかかわらず、図20から分かるようにモータの電氣的損失において、スロット面積が減少し、銅損が増加するため、損失が増加してしまう。

【0029】したがって、比 α を上述のように、0.8以上、かつ1.4以下に設定することにより、低騒音と高効率化とを両立させることができる。

【0030】請求項3のSRモータであれば、前記比 W_y/W_t を0.8以上、かつ1.0以下に設定したのであるから、低銅損化を達成することができ、この場合には、固定子巻線による発熱を低減することができ、ひいては、SRモータの絶縁材料として高温まで耐えるものを使う必要がないため、安価な絶縁材料を使用することができる。

【0031】請求項4のSRモータであれば、前記比 W_y/W_t を1.0以上、かつ1.4以下に設定したのであるから、低鉄損化を達成することができ、この場合には、安価な銅板材料からなる電磁銅板を採用することができる。

【0032】請求項5のSRモータであれば、固定子の歯部に対応するバックヨークの外面に平面状のコアカットを形成してあるとともに、歯部の基部に対応させて、バックヨークの幅 W_y の減少を補償すべく、平面部を形成したのであるから、材料コストの低減およびハンドリ

【0033】

【発明の実施の形態】以下、添付図面を参照して、この発明のSRモータの実施の態様を詳細に説明する。

【0034】図1はこの発明のSRモータの一実施態様の構成を概略的に示す断面図である。

【0035】このSRモータは、6極タイプのものであり、円筒状のバックヨーク部1aに対して等間隔に6つの内向きの歯部1bを一体形成してなるとともに、バック

【0036】ただし、図2に示すように12極タイプの構成を採用すること、図3に示すように8極タイプの構成を採用することなどが可能である。

【0037】そして、バックヨーク部1aの厚み（バックヨーク幅）を W_y 、歯部の幅（歯幅）を W_t とした場合に、バックヨーク幅 W_y と歯幅 W_t との比 $\alpha (=W_y/W_t)$ を、0.8以上、かつ1.4以下に設定している。

【0038】この構成を採用すれば、スロット面積の減少を最小限にすることができ、銅損の増加を必要最小限にすることができる。同時に、磁束集中が緩和され、磁束密度の上昇を防止して鉄損を低減することができ、モータの電氣的損失を増加させることがない。さらに、図22から分かるように、騒音を7dBA以上低減することができる。したがって、コストアップ要因となる緩衝

材や補強材を用いることなく、かつトルクを低下させることなく、低騒音化と高効率化とを両立させることができる。

【0039】特に、前記比 α を0.8以上、かつ1.0以下に設定すれば、低銅損化を達成できるので、固定子巻線による発熱を小さくすることができ、ひいては、絶縁材料として高温まで耐えるものを使う必要がないため、安価な絶縁材料を使用することができる。逆に、前記比 α を1.0以上、かつ1.4以下に設定すれば、低鉄損化を達成できるので、安価な銅板材料からなる電磁銅板を採用することができる。

【0040】なお、以下の各実施態様においても、前記比 α を0.8以上、かつ1.4以下に設定する。なお、上記の知見は、異なる歯の数や外形状に関わりなく適用することができる。以下に種々の実施態様を示すが、何れの場合にも前記比 α を0.8以上、かつ1.4以下に設定している。

【0041】図4はこの発明のSRモータの他の実施態様の構成を概略的に示す断面図である。なお、回転子は図示を省略してある。

【0042】このSRモータが図1のSRモータと異なる点は、バックヨーク部1aの外形を方形とした点のみである。

【0043】この実施態様においては、バックヨーク部1aの厚みが場所によって変化するのであるが、最も小さい厚みをバックヨーク幅 W_y として採用している。また、バックヨーク部1aの4隅角部に貫通孔1dが形成されている。

【0044】なお、この実施態様の場合にも、図5に示すように12極タイプの構成を採用すること、図6に示すように8極タイプの構成を採用することなどが可能である。

【0045】図7はこの発明のSRモータのさらに他の実施態様の要部を拡大して示す断面図である。

【0046】このSRモータは、歯部1bに対応するバックヨーク部1aの外面に平面状のコアカット1eを施してあるとともに、歯部1bの基部に対応させて、図7中に斜線で示すように、コアカットによるバックヨーク幅の減少を補償すべく、凹所（R部）を形成する代わりに平面部（平面状の筋交形状）1fを形成して、この平面部1fとコアカット部1eとの距離 W_y' を非コアカット部におけるバックヨーク幅 W_y と等しくしてある。

【0047】この構成を採用すれば、コアカットを形成することにより、材料コストの低減、ハンドリング性の向上を達成することができるほか、低騒音化および高効率化を両立することができる。

【0048】さらに説明する。

【0049】図8に示すように、従来のSRモータにおいて平面状のコアカットを施した場合には、歯部の基部における凹所（R部）とコアカット部との間の距離 W_y

1が、非コアカット部におけるバックヨーク幅 W_y よりも小さい。

【0050】そして、バックヨーク幅は、 W_y ではなく、 W_{y1} となるので、凹所とコアカット部との間において磁束が規制され、磁束の集中が生じる。この結果、鉄損が増加し、モータ効率が低下する。また、凹所とコアカット部との間においてバックヨーク部の厚みが薄くなっているため、剛性が弱くなり、騒音、振動が増加する。

【0051】また、上記の不都合を解消するために、図9に示すように、コアカット部との間の距離が W_y となるようにバックヨーク部1aの厚みを内側に増加させることが考えられるが、この場合には、スロット面積が減少するので（スロット面積の減少率が約22%）、銅損が増加し、モータ効率が低下してしまう。

【0052】これに対して、図7の構成を採用すれば、スロット面積の減少率が約7%であるから、スロット面積の減少を最小限にすることができ、銅損の増加を抑制することができる。また、磁束集中が緩和され、磁束密度の上昇を防止するので、鉄損をも低減できる。この結果、銅損の増加と鉄損の減少とを総合して評価すると、コアカットがない場合と比較して、モータ効率の低下は認められない。

【0053】また、図7に示す筋交形状は、歯部と直角の関係にあり、スロットボトム部が直線であるから、固定子巻線の整列巻きがし易く、占積率が向上し、巻線装着量を大きくできるので、抵抗値の減少、銅損の減少に寄与することができる。

【0054】図10はこの発明のSRモータのさらに他の実施態様の要部を拡大して示す断面図である。

【0055】このSRモータは、平面状のコアカット部1eの中央部に半円柱状の窪み1gを形成してあるとともに、筋交形状1fを、単なる平面形状ではなく、歯部1bに連続する所定範囲を内向きに傾斜した平面とすることにより、全体として折れ面形状としてある。なお、この傾斜した平面は、半円柱状の窪み1gとの距離 $W_{y'}$ が、平面状のコアカット部と筋交形状のうち非傾斜平面との距離 W_y と等しくなるように傾きが設定されている。

【0056】したがって、この実施態様を採用した場合にも、スロット面積の減少を最小限にして、銅損の増加を抑制することができるとともに、磁束集中を緩和して、磁束密度の上昇を防止することにより、鉄損をも低減できる。この結果、コアカットを形成することにより、材料コストの低減、ハンドリング性の向上を達成することができるほか、低騒音化および高効率化を両立することができる。

【0057】図11はこの発明のSRモータのさらに他の実施態様の要部を拡大して示す断面図である。

【0058】このSRモータは、平面状のコアカット部

1eの中央部に三角柱状の窪み1hを形成してあるとともに、筋交形状1fを、単なる平面形状ではなく、歯部1bに連続する所定範囲を内向きに傾斜した平面とすることにより、全体として折れ面形状としてある。なお、この傾斜した平面は、三角柱状の窪み1hとの距離 $W_{y'}$ が、平面状のコアカット部1eと筋交形状1fのうち非傾斜平面との距離 W_y と等しくなるように傾きが設定されている。

【0059】したがって、この実施態様を採用した場合にも、スロット面積の減少を最小限にして、銅損の増加を抑制することができるとともに、磁束集中を緩和して、磁束密度の上昇を防止することにより、鉄損をも低減できる。この結果、コアカットを形成することにより、材料コストの低減、ハンドリング性の向上を達成することができるほか、低騒音化および高効率化を両立することができる。

【0060】図12はこの発明のSRモータのさらに他の実施態様の要部を拡大して示す断面図である。

【0061】このSRモータは、平面状のコアカット部1eの中央部に対応させて貫通孔1iを形成してあるとともに、筋交形状1fを、単なる平面形状ではなく、歯部1bに連続する所定範囲を内向きに傾斜した平面とすることにより、全体として折れ面形状としてある。なお、この傾斜した平面は、貫通孔1iとの距離 $W_{y'}$ が、平面状のコアカット部1eと筋交形状1fのうち非傾斜平面との距離 W_y と等しくなるように傾きが設定されている。

【0062】したがって、この実施態様を採用した場合にも、スロット面積の減少を最小限にして、銅損の増加を抑制することができるとともに、磁束集中を緩和して、磁束密度の上昇を防止することにより、鉄損をも低減できる。この結果、コアカットを形成することにより、材料コストの低減、ハンドリング性の向上を達成することができるほか、低騒音化および高効率化を両立することができる。

【0063】図13はこの発明のSRモータのさらに他の実施態様の要部を拡大して示す断面図である。

【0064】このSRモータは、平面状のコアカット部1eを形成してあるとともに、筋交形状に代えて、歯部1bの突出先端部に近接する所定位置を起点とする、大きい曲率半径のR形状1jとしてある。なお、このR形状は、コアカット部1eとの距離 $W_{y'}$ が、非コアカット部におけるバックヨーク幅 W_y と等しくなるように曲率半径、および前記起点が設定されている。

【0065】したがって、この実施態様を採用した場合にも、スロット面積の減少を最小限にして、銅損の増加を抑制することができるとともに、磁束集中を緩和して、磁束密度の上昇を防止することにより、鉄損をも低減できる。ただし、図7に示す筋交形状を採用した場合よりもスロット面積が小さくなるため、図7の実施態様

を採用した場合よりも銅損は増加する。しかし、等価的にバックヨークが広がるため、騒音低減効果は向上する。つまり、剛性重視のモータで効率低下を最小限にする場合に採用できる。

【0066】図14はこの発明のSRモータのさらに他の実施態様の要部を拡大して示す断面図である。

【0067】このSRモータは、歯部1bに正対する部分に連続する所定範囲に平面状のコアカット部1eを形成してあるとともに、筋交形状1fを、単なる平面形状としてある。なお、この筋交形状1fは、コアカット部1eとの距離Wy'が、非コアカット部におけるバック

ヨーク幅Wyと等しくなるように設定されている。【0068】したがって、この実施態様を採用した場合にも、スロット面積の減少を最小限にして、銅損の増加を抑制することができるとともに、磁束集中を緩和して、磁束密度の上昇を防止することにより、鉄損をも低減できる。この結果、コアカットを形成することにより、油戻し通路の確保、ハンドリング性の向上を達成することができるほか、低騒音化および高効率化を両立することができる。

【0069】図15はこの発明のSRモータのさらに他の実施態様の要部を拡大して示す断面図である。

【0070】このSRモータが図7のSRモータと異なる点は、コアカットを省略した点のみである。

【0071】したがって、この実施態様を採用した場合には、筋交形状部1fに対応する部分において、バックヨーク部1aの厚みが、非筋交形状部に対応するバックヨーク幅よりも大きくなるので、剛性を高めることができる。ただし、筋交形状部1fを形成することに伴ってスロット面積が減少するので、モータ効率は多少低下する。換言すれば、剛性重視のSRモータにおいて効率低下を最小限にする場合に適用できる。

【0072】図16はこの発明のSRモータのさらに他の実施態様の要部を拡大して示す断面図である。

【0073】このSRモータが図10のSRモータと異なる点は、コアカットを省略して半円柱形状の窪み1gのみを形成した点、および筋交形状1fとして、内向きに傾斜した平面のみからなる形状を採用した点のみである。

【0074】したがって、この実施態様を採用した場合にも、スロット面積の減少を最小限にして、銅損の増加を抑制することができるとともに、磁束集中を緩和して、磁束密度の上昇を防止することにより、鉄損をも低減できる。ただし、図7に示す筋交形状を採用した場合よりもスロット面積が小さくなるため、図7の実施態様を採用した場合よりも銅損は増加する。しかし、等価的にバックヨークが広がるため、騒音低減効果は向上する。つまり、剛性重視のモータで効率低下を最小限にする場合に採用できる。

【0075】図17はこの発明のSRモータのさらに他

の実施態様の要部を拡大して示す断面図である。

【0076】このSRモータが図11のSRモータと異なる点は、コアカットを省略して三角形の窪み1hのみを形成した点、および筋交形状1fとして、内向きに傾斜した平面のみからなる形状を採用した点のみである。

【0077】したがって、この実施態様を採用した場合にも、スロット面積の減少を最小限にして、銅損の増加を抑制することができるとともに、磁束集中を緩和して、磁束密度の上昇を防止することにより、鉄損をも低減できる。ただし、図7に示す筋交形状を採用した場合よりもスロット面積が小さくなるため、図7の実施態様を採用した場合よりも銅損は増加する。しかし、等価的にバックヨークが広がるため、騒音低減効果は向上する。つまり、剛性重視のモータで効率低下を最小限にする場合に採用できる。

【0078】図18はこの発明のSRモータのさらに他の実施態様の要部を拡大して示す断面図である。

【0079】このSRモータが図12のSRモータと異なる点は、コアカットを省略して貫通孔1iのみを形成した点、および筋交形状1fとして、内向きに傾斜した平面のみからなる形状を採用した点のみである。

【0080】したがって、この実施態様を採用した場合にも、スロット面積の減少を最小限にして、銅損の増加を抑制することができるとともに、磁束集中を緩和して、磁束密度の上昇を防止することにより、鉄損をも低減できる。この結果、貫通孔を形成することにより、ボルトやピンによる固定子の直接固定を達成できるほか、低騒音化および高効率化を両立することができる。

【0081】図19はこの発明のSRモータのさらに他の実施態様の要部を拡大して示す断面図である。

【0082】このSRモータが図4のSRモータと異なる点は、バックヨーク部1aの外面に多数の方形の窪み1kを形成した点のみである。

【0083】したがって、この実施態様を採用した場合には、放熱性およびハンドリング性の向上を達成することができるほか、低騒音化および高効率化を両立することができる。

【0084】

【発明の効果】請求項1の発明は、騒音の低減と高効率化とを両立させることができるという特有の効果を奏する。

【0085】請求項2の発明は、騒音の低減と高効率化とを両立させることができるという特有の効果を奏する。

【0086】請求項3の発明は、請求項2の効果に加え、低銅損化を達成して、固定子巻線による発熱を低減することができる、ひいては、SRモータの絶縁材料として高温度まで耐えるものを使う必要がないため、安価な絶縁材料を使用することができるという特有の効果を奏

する。

【0087】請求項4の発明は、請求項2の効果に加え、低鉄損化を達成して、安価な銅板材料からなる電磁銅板を採用することができるという特有の効果を奏する。

【0088】請求項5の発明は、材料コストの低減およびハンドリング性の向上を達成できるほか、請求項1から請求項4の何れかと同様の効果を奏する。

【図面の簡単な説明】

【図1】この発明のSRモータの一実施態様の構成を概略的に示す断面図である。

【図2】変形例を概略的に示す断面図である。

【図3】他の変形例を概略的に示す断面図である。

【図4】この発明のSRモータの他の実施態様の構成を概略的に示す断面図である。

【図5】変形例を概略的に示す断面図である。

【図6】他の変形例を概略的に示す断面図である。

【図7】この発明のSRモータのさらに他の実施態様の要部を概略的に示す断面図である。

【図8】従来のSRモータの対応する構成を概略的に示す断面図である。

【図9】図8のSRモータの発展形を概略的に示す断面図である。

【図10】この発明のSRモータのさらに他の実施態様の要部を概略的に示す断面図である。

【図11】この発明のSRモータのさらに他の実施態様の要部を概略的に示す断面図である。

【図12】この発明のSRモータのさらに他の実施態様の要部を概略的に示す断面図である。

【図13】この発明のSRモータのさらに他の実施態様の要部を概略的に示す断面図である。

【図14】この発明のSRモータのさらに他の実施態様の要部を概略的に示す断面図である。

*

*【図15】この発明のSRモータのさらに他の実施態様の要部を概略的に示す断面図である。

【図16】この発明のSRモータのさらに他の実施態様の要部を概略的に示す断面図である。

【図17】この発明のSRモータのさらに他の実施態様の要部を概略的に示す断面図である。

【図18】この発明のSRモータのさらに他の実施態様の要部を概略的に示す断面図である。

【図19】この発明のSRモータのさらに他の実施態様の要部を概略的に示す断面図である。

【図20】比 α の変化に伴うSRモータの電氣的損失の変化を説明する図である。

【図21】比 α の変化に伴うバックヨーク部の磁束密度の変化を説明する図である。

【図22】比 α の変化に伴う騒音の変化を説明する図である。

【図23】SRモータの動作原理を説明する概略図である。

【図24】従来のSRモータの構成の一例を概略的に示す断面図である。

【図25】従来のSRモータの構成の他の例を概略的に示す断面図である。

【図26】SRモータの駆動波形と電磁吸引力との関係、および固定子の楕円変形を示す図である。

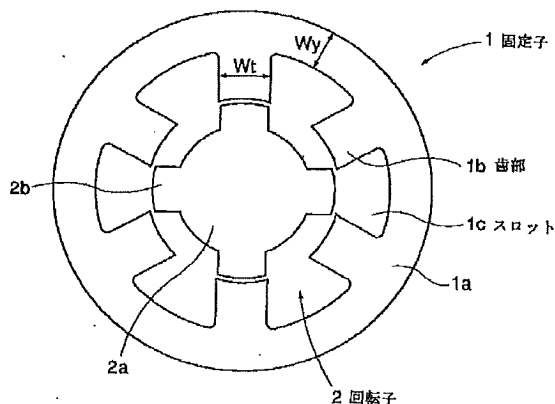
【図27】バックヨークの幅を増加させることに伴うスロット面積の減少を説明する図である。

【図28】スロット間に三角突起を設けることに伴うスロット面積の減少を説明する図である。

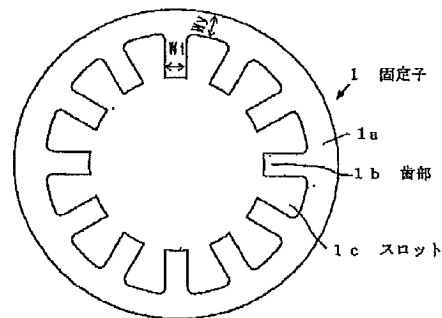
【符号の説明】

1 固定子 1b 歯部
1c スロット 1e コアカット
1f 平面部 2 回転子

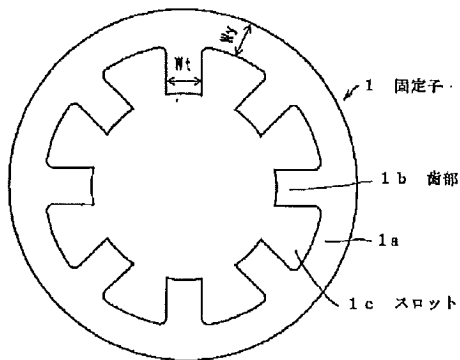
【図1】



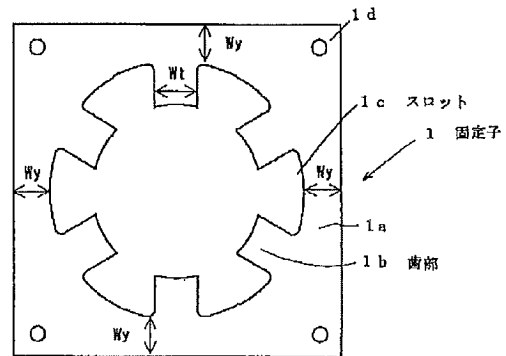
【図2】



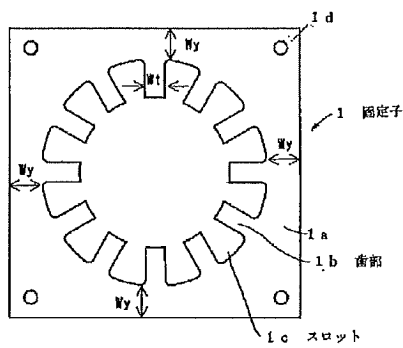
【図3】



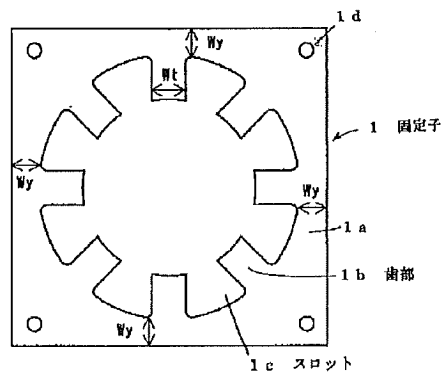
【図4】



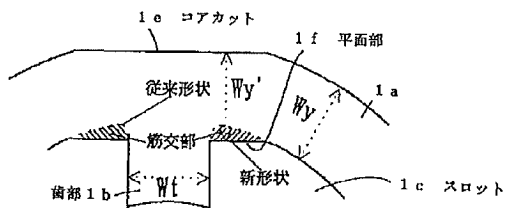
【図5】



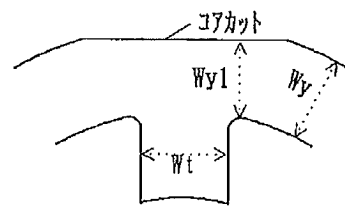
【図6】



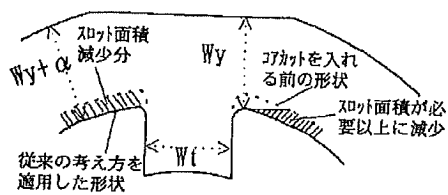
【図7】



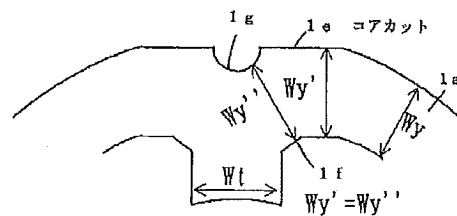
【図8】



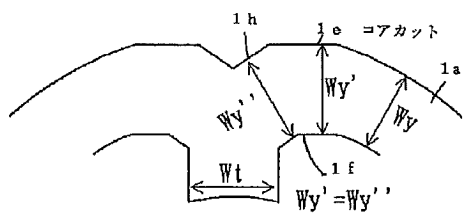
【図9】



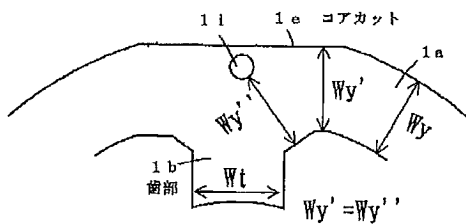
【図10】



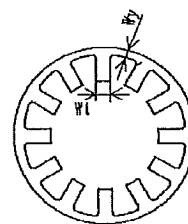
【図11】



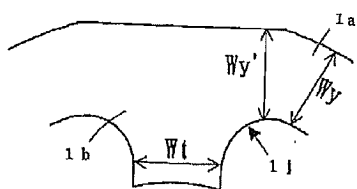
【図12】



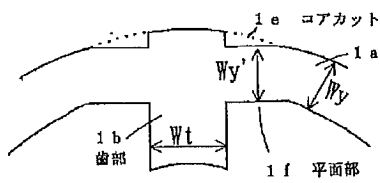
【図24】



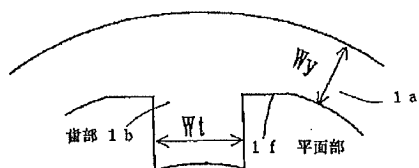
【図13】



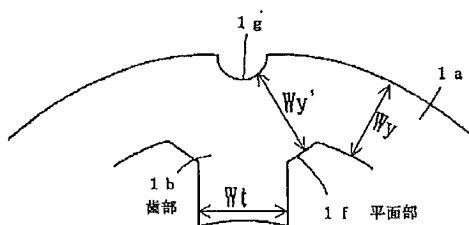
【図14】



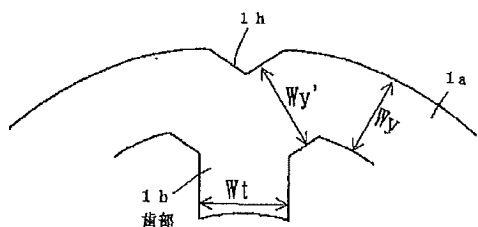
【図15】



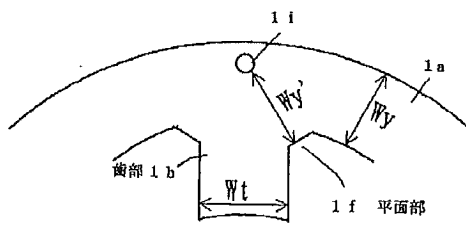
【図16】



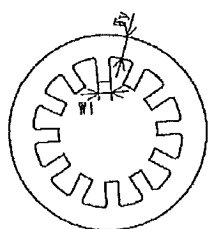
【図17】



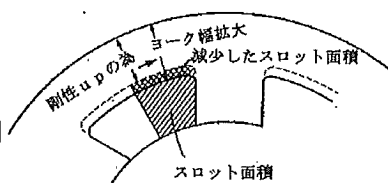
【図18】



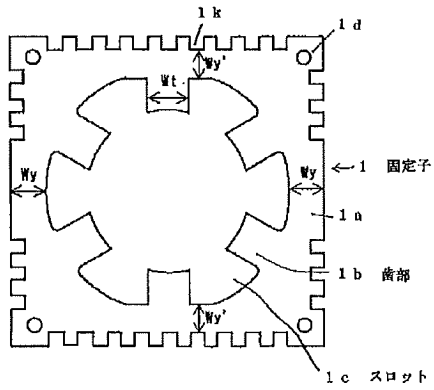
【図25】



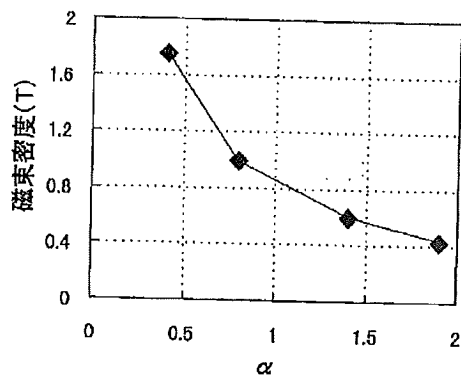
【図27】



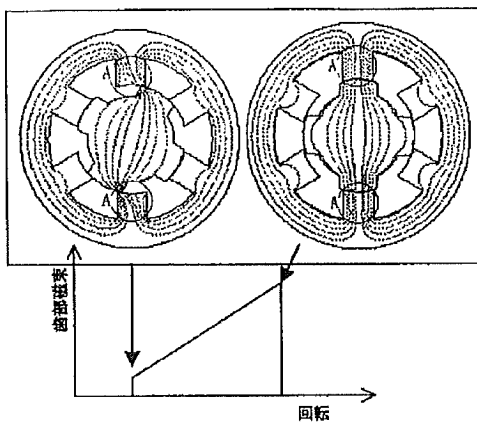
【図19】



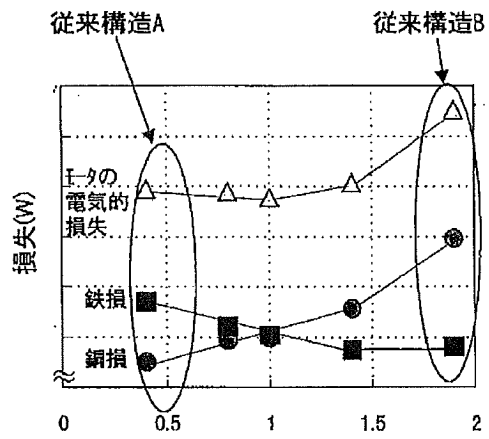
【図21】



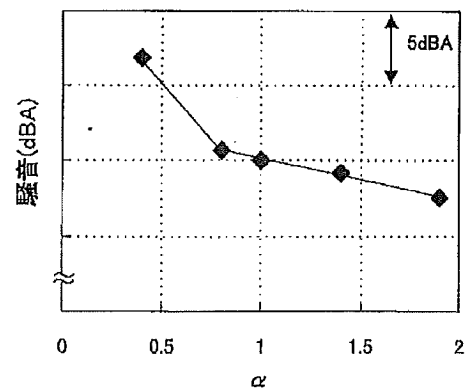
【図23】



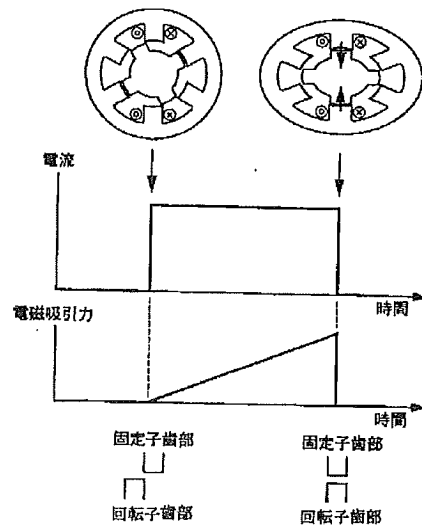
【図20】



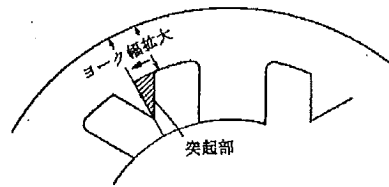
【図22】



【図26】



【図28】



フロントページの続き

Fターム(参考) 5H002 AA03 AA06 AD03 AD08 AE07
AE08
5H619 AA05 AA11 BB01 BB24 PP01
PP05 PP06